УДК 004.891+665.97

# ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ»

**Е.А. Петрова, доцент, к.т.н., И.А. Михеев, студент,**
**Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры**

***Аннотация.*** *Рассмотрена экспертная система продукционного типа. Сформулированы правила и разработана база правил для ведения процесса термообработки бетонных изделий.*

***Ключевые слова:*** *экспертная система, продукция, признаки производства бетонных изделий.*

## Введение

Экспертными системами (ЭС) называют компьютерные программы, способные накапливать знания, содержащиеся в различных источниках, и моделировать процесс экспертизы. Назначение ЭС заключается в решении достаточно трудных для экспертов задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой предметной области. Достоинство использования ЭС заключается в возможности принятия решений в уникальных ситуациях, в которых алгоритм заранее не известен и формируется по исходным данным в виде цепочки рассуждений (правил принятия решений) из базы знаний. Решение задач предполагается осуществлять в условиях неполноты, недостоверности, многозначности исходной информации и качественных оценок процессов.

В данной статье рассматривается экспертная система продукционного типа «Производство бетонных изделий», при проектировании которой применялся структурный подход к процессу построения модели предметной области.

## Анализ публикаций

В настоящее время ЭС наиболее широко применяются в области медицины (диагностика), экономики, прогнозирования (вывод вероятных следствий из заданных ситуаций), проектирования (построение конфигурации объектов при ограничениях), планирования (проектирование плана действий), мониторинга (сравнение наблюдений с критическими точками плана), отладки (выработка рекомендаций по устранению неисправностей), ремонта (выполнение плана применения выработанной рекомендации), обучения (диагностика, отладка и исправление поведения ученика), управления (интерпретация, прогноз, ремонт и мониторинг поведения системы). Необходимо отметить, что в строительном производстве ЭС не нашли должного применения в связи с специфическими условиями производства.

В современной литературе описана определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов: идентификация, концептуализация, формализация, разработка прототипа, экспериментальная эксплуатация, разработка продукта, промышленная эксплуатация [1 – 3].

Принято выделять 4 типичные модели представления знаний: логическая модель; продукционная модель (модель, основанная на использовании правил); фреймовая модель; модель семантической сети [1, 2].

Каждая из моделей представления знаний имеет свои достоинства и недостатки. Так, достоинствами логической модели представления знаний являются единственность теоретического обоснования и возможность реа-

лизации системы формально точных определений и выводов. Однако при решении сложных задач попытка представить неформализованные знания эксперта, среди которых преобладают эвристики, в системе строгой логики наталкивается на серьезные препятствия.

Фреймовая модель, или модель представления знаний, основанная на фреймовой теории М. Минского, представляет собой систематизированную в виде единой теории психологическую модель памяти человека и его сознания. Язык представления знаний, основанных на фреймовой модели, особенно эффективен для структурного описания сложных понятий и решения задач, в которых в соответствии с ситуацией желательно применять различные способы вывода. В то же время на таком языке затрудняется управление завершенностью и постоянством целостного образа.

Семантической сетью называется структура данных, имеющая определенный смысл как сеть. Особенность семантической сети заключается в целостности системы, выполненной на ее основе, не позволяющей разделить базу знаний и механизм выводов.

В продукционной модели (модели правил) знания представлены совокупностью правил вида «ЕСЛИ-ТО». Системы с базами знаний, основанные на этой модели, называются продукционными системами. Продукционные системы бывают двух диаметрально противоположных типов – с прямыми и обратными выводами. Достоинствами продукционных систем являются: простота создания и понимания отдельных правил; простота пополнения и модификации; простота механизма логического вывода, а недостатками: неясность взаимных отношений правил; сложность оценки целостного образа знаний; крайне низкая эффективность обработки; отличие от человеческой структуры знаний; отсутствие гибкости в логическом выводе.

Разработчиками предлагаемой ЭС выбрана продукционная модель, которая использует эвристические методы представления знаний, позволяющие настраивать механизм вывода на особенности проблемной области и учитывать неопределенность знаний.

**Цель и постановка задачи**

Суть задачи сводится к тому, чтобы выдать рекомендации, обеспечивающие выбор определенного режима производства бетонных изделий на основе формально описанных правил.

При рассмотрении данной задачи не накладываются ограничения на выводы, полученные в результате ее исследования. Подход к решению данной задачи можно рассматривать как такой, который основан на изучении объектов предметной области экспертами (когнитивный анализ), выделении признаков технологических процессов и формировании рекомендаций.

**Концепция разработки ЭС «Производство бетонных изделий»**

Технологический процесс производства бетонных изделий является сложным объектом исследования, имеющим несколько этапов и, соответственно, несколько уровней описания. Необходимо отметить, что сравнительно небольшое количество предложенных признаков производства бетонных изделий (режим, удобоукладываемость, температура изотермы, см. рис 1.) обеспечивает большое количество различных вариантов рассматриваемого технологического процесса с различными сочетаниями этих признаков. Очевидно, добавление новых признаков повлечет за собой увеличение числа вариантов сочетаний исходных признаков. Однако составить исчерпывающий справочник для описания технологического процесса, в котором бы указывались все варианты сочетаний различных типов первичных признаков, на практике довольно трудоемко и вряд ли целесообразно. Необходимо отметить, что предложенные исходные признаки технологического процесса являются уникальными, что обеспечивает однозначную идентификацию технологического процесса производства бетонных изделий.

Ядро рассматриваемой ЭС составляет база, которая накапливается в процессе ее построения. Знания выражены в явном виде и организованы так, чтобы упростить принятие решений. Знания являются явными и доступными, и представлены в виде правил. Разработанная ЭС функционирует в качестве модели решения задачи в области производства

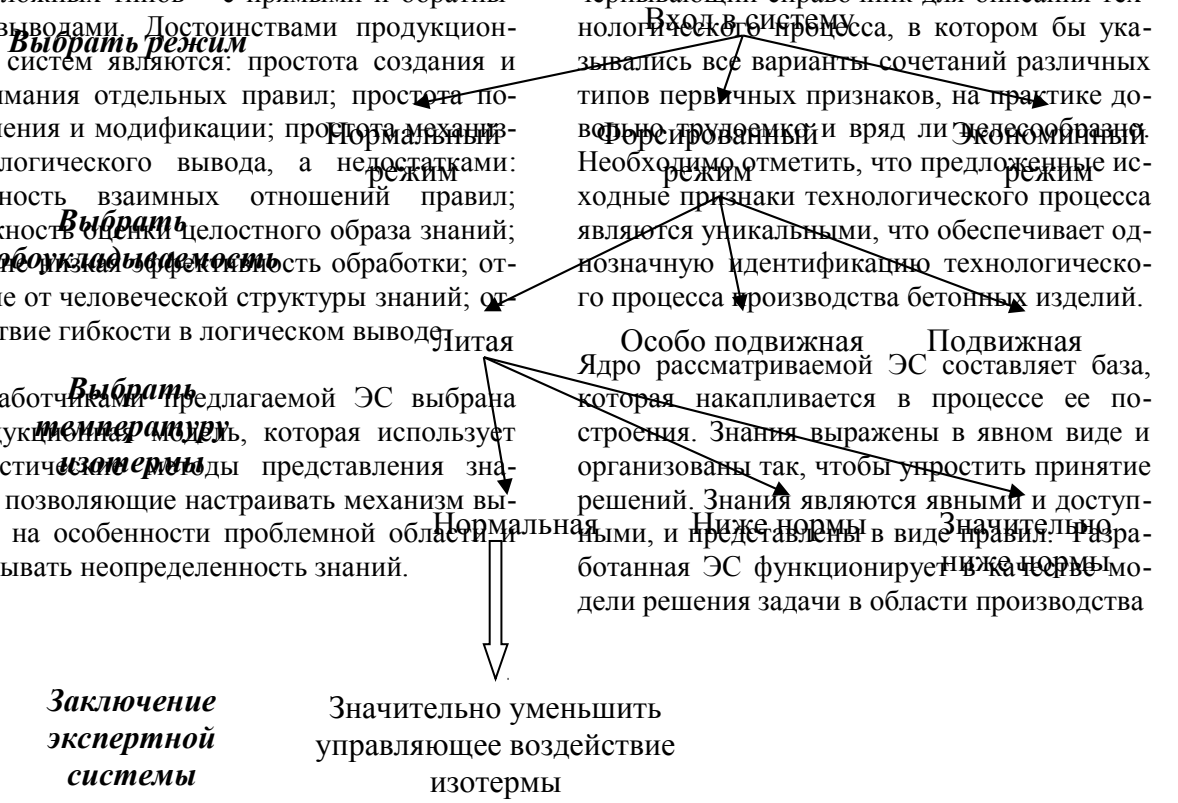


Рис. 1. Цепочка прямого хода рассуждений

бетонных изделий, давая однозначные ответы в конкретной ситуации и показывая, как изменятся эти ответы в новой ситуации.

В предложенную ЭС добавлено программное обеспечение (СУБД ACCESS), поддерживающее интерфейс между ЭС и пользователем. ЭС представляет собой программу, написанную на языке высокого уровня Object Pascal в объектно-ориентированной среде Borland Delphi 6.0, которая решает поставленную задачу, и содержит и компоненту, решающую проблему, и компоненту поддержки. В ЭС заложены средства редактирования, помогающие пользователю модифицировать знания и данные в ЭС, а также развитые средства графического ввода – вывода информации в ходе работы системы. В рассматриваемой ЭС реализована прямая цепочка рассуждений (см. рис. 1)

## Выводы

В течение последних десятилетий многочисленные попытки исследователей были направлены на создание систем, способных заменить специалиста в конкретной предметной области, т. е. решать задачи в отсутствие экспертов. В статье предложена автоматизированная технология, основанная на системе «Производство бетонных изделий», которая обеспечивает:

– автоматизированную формализацию предметной области на основе вербального описания ее объектов;

– автоматизированную генерацию обучающей выборки.

## Литература

1. Хейес-Рот Ф., Уотерман Д., Ленат Д. Построение экспертных систем. – М.: Мир, 1987. – 441 с.
2. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 288 с.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы. – М.: Мир, 2002. – 305 с.

Рецензент: О.П. Алексеев, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2007 г.